

24 JUN 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 24 FEB 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 37 801.0

**Anmeldetag:** 17. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Dipl.-Ing. Dieter Voigt,  
Braunschweig/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen

**Priorität:** 12.01.2002 DE 102 00 977.5  
28.05.2002 DE 102 23 659.3  
04.07.2002 DE 102 30 040.2

**IPC:** F 04 C 15/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Dezember 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Dzierzon

## Zusammenfassung



Für Schmierölpumpen von Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren wird eine Druckregelvorrichtung vorgeschlagen, die abhängig vom Öldruckbedarf durch die Verwendung eines Regelkolbens mit einer gesteuerten Kraftbeaufschlagung in einem veränderlichen Druckregelbereich arbeitet.

Durch eine drehzahlabhängige Öldruckregelung werden bei Ölpumpen mit Fördermengenregelung nennenswerte Vorteile in der Ölpumpenantriebsleistung erzielt, so dass der Kraftstoffverbrauchs des zugehörigen Verbrennungsmotors entsprechend reduziert wird.

(Fig. 1)

## Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen

Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Druckregelung von Hydraulikpumpen, insbesondere für Ölpumpen mit einer Fördermengenregeleinrichtung zur Schmierung von Verbrennungsmotoren. Derartige Regelvorrichtungen haben die Aufgabe, die Förderleistung der Ölpumpe an den wechselnden Bedarf des Schmiersystems des Verbrennungsmotors hinsichtlich Öldruck und Ölmenge anzupassen. Hierdurch werden unnötig hohe Öldrücke vermieden wie auch die Antriebsleistung der Schmierölpumpe im Hinblick auf einen guten Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors gering gehalten.

Bekannte Ölpumpen mit Fördermengenregelung, bei denen sich die Ölfördermenge entsprechend der Ölpumpenauslegung an den Bedarf des zu versorgenden Verbrennungsmotors anpasst, weisen eine geringere Ölpumpenantriebsleistung als Ölpumpen mit Kurzschlussregelung auf. Die Fördermengen werden im wesentlichen durch den Öldruck geregelt, wobei insbesondere bei höheren Motordrehzahlen wie auch bei niedrigen Betriebstemperaturen entsprechende Fördermengenabregelungen stattfinden.

Bei einfachen Ölpumpenausführungen mit Fördermengenregelung wird der Öldruck direkt von einer Regelfeder bestimmt. Diese Ausführungsform hat jedoch den Nachteil, dass die Federauslegung entsprechend dem maximalen Öldruckbedarf bei Motorhöchstdrehzahl des Verbrennungsmotors vorzunehmen ist, was dann unnötig hohe Öldrücke mit entsprechend hohen Antriebsleistungen im unteren Drehzahlbereich zur Folge hat. Eine Fördermengenregelung ausschließlich durch eine Regelfeder, wie beispielsweise in DE 3028573 und DE 3528651 vorgeschlagen, führt weiterhin mit zunehmendem Hub der Regelfeder durch deren ansteigende Federkraft zu einer zusätzlichen Öldruckerhöhung, so dass der angestrebte Antriebsleistungsvorteil durch Fördermengenreduzierung infolge des unnötigen Öldruckanstiegs zumindest teilweise wieder kompensiert wird.

Die in DE 10043842 A1 vorgeschlagene Außenzahnrad-Ölpumpe mit axialer Zahnradverschiebung vermeidet weitgehend den unerwünschten Öldruckanstieg bei Fördermengenabregelung durch eine das Öldruckniveau stabilisierende Drosselregelung. Ihr Öldruck pulsiert bei Regelungsbetrieb jedoch durch eine geringfügige, regelungsbedingt ständige Variation der axialen Eingriffsüberdeckung der beiden Förderzahnrad. Der axialen Zahnradverschiebung entgegenwirkende Reibungskräfte verstärkt diesen Effekt.

Für eine weitere Minimierung von Fördermenge und Öldruck, insbesondere entsprechend dem geringeren Öldruckbedarf bei niedrigen Motordrehzahlen, benötigt diese Drosselregelung zusätzlich elektrische Steuerkomponenten.

In DE 19915737 A1 wird ein Verfahren zum Regeln der Schmierung eines Verbrennungsmotors beschrieben, bei dem die Regelung der Ölpumpe abhängig vom Betriebszustand des Verbrennungsmotors über ein Kennfeld gesteuert wird, wobei die Kenngrößen dem Motorsteuergerät entnommen werden. Ein nicht näher ausgeführtes Stellglied der Ölpumpe setzt die elektrischen Ansteuerungen in Änderungen der Förderleistung der Ölpumpe um.

Die DE-P 753580 beschreibt eine Ölpumpe mit einer drehzahlveränderlichen Fördermenge, bei der der Fliehkraftregler einer Einspritzpumpe über eine mechanische Koppelung die Fördermenge der Ölpumpe verändert.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine Regelvorrichtung für Ölpumpen mit einer Fördermengenregeleinrichtung zu schaffen, die abhängig von vorgegebenen Betriebswerten, beispielsweise von der Betriebsdrehzahl eines Verbrennungsmotors, betriebssicher den Öldruck wie auch die Ölfördermenge weitgehend entsprechend dem hydraulischen Versorgungsbedarf minimiert und damit die Antriebsleistung der Ölpumpe absenkt.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen mit den Merkmalen des Hauptanspruchs vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnet, dass sich ihr Öldruck zumindest in zwei Regeldruckstufen einstellt. Hierzu bewirkt ein von einer Ansteuervorrichtung mit einer veränderlichen Kraft beaufschlagbarer Regelkolben die zugehörige Einstellung der Fördermengenregeleinrichtung.

Die Erfindung wird anhand folgender Zeichnungen hinsichtlich Funktion und Ausführungsmöglichkeiten näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1        eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit elektromagnetisch veränderlicher Kraftbeaufschlagung ihres Regelkolbens
- Figur 2        eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit veränderlicher Kraftbeaufschlagung ihres Regelkolbens durch einen Schrittmotor
- Figur 3        eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit veränderlicher, hydraulischer Kraftbeaufschlagung eines gestuften Regelkolbens durch einen fliehkraftbetätigten Schaltkolben

Figur 4 eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit veränderlicher Kraftbeaufschlagung ihres Regelkolbens durch ein Elektroventil und/oder durch eine drehzahlabhängige Öldruckbeaufschlagung

Die **Figur 1** zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Druckregelvorrichtung für eine Außenzahnradölpumpe mit Fördermengenregelung.

Diese Ölpumpe besteht aus einem Ölpumpengehäuse 1, in dem ein auf einer Antriebswelle 2 fixiertes Antriebszahnrad 3 angeordnet ist. Die Antriebswelle 2 ist in einem zu einem Verschlussdeckel 4 gehörigen Deckelkolben 5 gelagert. Bei einer Fördermengenregelung wird in bekannter Weise relativ zum Antriebszahnrad 3 ein in kämmendem Eingriff mit ihm stehendes Verschiebezahnrad 6 axial verschoben, so dass dann durch die veränderte Zahneingriffsbreite die Ölfördermenge entsprechend verändert wird.

Das Verschiebezahnrad 6 ist auf einem nichtrotierenden Bolzen 7 gelagert, der rechtsseitig einen Verschiebekolben 8 und linksseitig einen Federkolben 9 trägt. Dieser gebildete Verbund wird als Verschiebeeinheit 10 bezeichnet.

Die Verschiebeeinheit 10 ist an ihrem Verschiebekolben 8 ständig mit Öldruck beaufschlagt, während hierzu entgegenwirkend am Federkolben 9 eine Kolbenfeder 11 wie auch ein in der Federkammer 12 wirkender, regelbarer Steuerdruck die Fördermengenregelung vornehmen.

Die Regelung des in Federkammer 12 wirkenden Steuerdrucks wird über eine Steuerbohrung 13 von einem Regelkolben 14 vorgenommen, der an seiner Wirkfläche 15 über eine Verbindung 16 ständig mit Öldruck beaufschlagt ist. Als Gegenkraft hierzu wirkt linksseitig eine Regelfeder 17 auf den Regelkolben 14. In der gezeigten Regelposition des Regelkolbens 14 befindet sich sein Regelzapfen 18 direkt gegenüberliegend zur Steuerbohrung 13. Der Regelzapfen 18 ist linksseitig von einer Drucknut 19 und rechtsseitig von einer Entlastungsnut 20 begrenzt.

Da der Regelzapfen 18 geringfügig schmaler als der Durchmesser der Steuerbohrung 13 ist, wird in der gezeigten Regelposition in der Federkammer 12 ein Steuerdruck eingeregelt, der zwischen dem über eine weitere Verbindung 21 in der Drucknut 19 anliegenden Öldruck und einer über die Entlastungsnut 20 einspeisbaren, vollständigen Druckentlastung liegen kann. Über eine Diagonalbohrung 22 in Regelkolben 14 steht die Entlastungsnut 20 mit der Umgebung in Verbindung.

Sobald der an Wirkfläche 15 anliegende Öldruck die Höhe des maximal erforderlichen Betriebsöldrucks von beispielsweise 5 bar des zugehörigen Verbrennungsmotors überschreitet, erfolgt gegen die Kraft der Regelfeder 17 eine Verschiebung des Regelkolbens 14 im Sinne

einer Reduzierung des Steuerdrucks in Federkammer 12. Hierdurch wird die Verschiebeeinheit 10 zum Zwecke einer Fördermengenreduzierung soweit nach links verschoben, bis der Öldruck den Sollwert von beispielsweise 5 bar erreicht. Eine Unterschreitung des Sollöldrucks von 5 bar führt umgekehrt durch die Regelfeder 17 zu einer Verschiebung von Regelkolben 14 nach rechts, was durch eine Erhöhung des Steuerdrucks in der Federkammer 12 eine entsprechende Steigerung der Fördermenge mit einem daraus resultierenden Öldruckanstieg auslöst.

Die zur erfindungsgemäßen Absenkung des Öldrucks erforderliche Ansteuereinrichtung des Regelkolbens 14 besteht aus einer Magnetspule 23, die bei entsprechender Ansteuerung durch ein Steuergerät des Verbrennungsmotors über ihren Anker 24 eine magnetische Zusatzkraft auf den Regelkolben 14 ausübt.

Eine Veränderung der magnetischen Zusatzkraft kann vom Steuergerät entweder kontinuierlich oder stufenweise bedarfsorientiert vorgenommen werden, was sich entsprechend auf die Regelung von Öldruck und Fördermenge der Ölpumpe auswirkt.

Die erst hinter dem Ölfilter 25 abzweigenden hydraulische Verbindungen 16, 21 und 26 zum Verschiebekolben 8 und zum Regelkolben 14 haben zwei Vorteile. Zum einen wird durch die Druckregelung der Ölpumpe der Öldruck hinter dem Ölfilter 25 auf das Solldruckniveau eingeregelt, so dass unabhängig von verschmutzungsbedingt veränderlichen Druckverlusten des Ölfilters 25 ein betriebssicherer Öldruck für die Schmierung des Verbrennungsmotors gewährleistet ist. Zum anderen werden alle Teile der Regeleinrichtung wie auch alle Lagerstellen der Ölpumpe, beispielsweise die Lagerung der Antriebswelle 2 in Deckelkolben 5 über eine Ölbohrung 27 aus Verschiebekammer 28, mit gefiltertem Öl versorgt, so dass die Betriebssicherheit wie auch die Lebensdauer der Ölpumpe erhöht werden.

Die **Figur 2** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit kontinuierlich veränderlicher Öldruckregelung. Zur erfindungsgemäßen Öldruckabsenkung wird anstelle der Magnetspule 23 von Figur 1 hier einen Schrittmotor 29 mit einer verstellbaren Federanlage 30 für die Regelfeder 17 des nun ungeschnitten dargestellten Regelkolbens 14 verwendet. Durch die Grundposition der Federanlage 30 von Regelfeder 17, die sich automatisch ohne elektrische Ansteuerung des Schrittmotors 29 einstellt, ist durch die entsprechende Vorspannung der Regelfeder 17 der maximal erforderliche Betriebsöldruck von beispielsweise 5 bar sichergestellt. Durch ein entsprechend programmiertes Steuergerät des Verbrennungsmotors kann der Öldruck bedarfsgerecht abgesenkt oder bei Sonderanwendungen auch noch weiter erhöht werden.

Die **Figur 3** zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Öldruck- und Fördermengenregelung einer Außenzahnradölpumpe, bei der die Ansteuereinrichtung des Regelkolbens ausschließlich fliehkraftabhängig in zwei drehzahlbezogenen Regeldruckstufen stattfindet.

Der Regelkolben ist hier als Stufenkolben 51 ausgebildet. Er weist linksseitig eine Regelfeder 52 und rechtsseitig eine erste Wirkflächen 53 auf, die ständig mit Öldruck beaufschlagt ist. Eine rechtsseitig zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 ist bei niedrigen Betriebsdrehzahlen des Verbrennungsmotors ebenfalls mit Öldruck beaufschlagt, so dass durch eine Öldruckwirkung an den beiden Wirkflächen 53 und 54 und der entsprechend ausgelegten Regelfeder 52 eine Öldruckregelung bei beispielsweise 2,5 bar der ersten Regeldruckstufe stattfindet.

Die bei hohen Drehzahlen motorbedingt erforderliche Öldruckerhöhung auf ein Öldruckniveau von beispielsweise 5 bar der zweiten Regeldruckstufe erfordert für die entsprechende Regelfunktion des Stufenkolbens 51 eine vollständige Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 54.

Die Ansteuereinrichtung für die Umschaltung zwischen den beiden Regeldruckstufen durch Öldruckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 54 des Stufenkolbens 51 besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus einem in Antriebszahnrad 55 angeordneten, drehzahlabhängig wirkenden Fliehkraftventil. Die zu **Figur 3** gehörende **Figur 4** zeigt das kompakte Fliehkraftventil vergrößert. Es besteht aus einem Schaltkolben 56 und einer Schaltkolbenfeder 57.

Der Schaltkolben 56 ist aus räumlichen Gründen schräg zur radialen Fliehkrafttrichtung ausgerichtet. Die gestufte Aufnahmebohrung von Schaltkolben 56 und Schaltkolbenfeder 57 kann aus Platzgründen teilweise sogar in einen Zahn des Antriebszahnrades 55 hineinragen. Die gezeigte Position des Schaltkolbens 56 mit entspannter Schaltkolbenfeder 57 entspricht niedrigen Betriebsdrehzahlen bei geringer Fliehkraftwirkung. Ein am Schaltkolben 56 befindlicher Führungzapfen 59 sichert die radiale Führung der Schaltkolbenfeder 57 und verhindert deren fliehkraftbedingte Durchbiegungen.

Der über die Ölbohrung 27 von Deckelkolben 5 am Schaltkolben 56 anliegende Öldruck wirkt über seine Zentralbohrung 60 auch ständig in der Kammer der Schaltkolbenfeder 57. Bei niedrigen Betriebsdrehzahlen wird der Öldruck infolge der in **Figur 4** gezeigten Position des Schaltkolbens 56 über eine Schrägbohrung 61 von Antriebszahnrad 55 und über eine Verbindungsbohrung 62 des Ölpumpengehäuses 63 auf die zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 geleitet, um dadurch die erste Regeldruckstufe mit 2,5 bar Öldruck zu aktivieren.

Nach Überschreiten der Umschaltdrehzahl zur Aktivierung der zweiten Regeldruckstufe, beispielsweise bei 2500/min, verschiebt sich der Schaltkolben 56 fliehkraftbedingt gegen die Schaltkolbenfeder 57 in seine äußere Endposition. Hierdurch wird zur Öldruckanhebung auf die zweite Regeldruckstufe von 5 bar der Stufenkolben 51 an seiner zweiten Wirkfläche 54 druckentlastet, indem über die Schrägbohrung 61 und eine Umfangsnut 64 von Schaltkolben 56 sowie weitere Querschnitte eine Verbindung zur Mittelbohrung 65 der am rechten Ende offenen Antriebswelle 58 hergestellt wird.

In Anlehnung an Figur 3 zeigt **Figur 5** ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Stufenkolben 51 an seiner zweiten Wirkfläche 54 durch zwei weitere, in Figur 5 dargestellte, unabhängige Ansteuereinrichtungen mit Öldruck beaufschlagbar ist. Die beiden Ansteuereinrichtungen können wie in Figur 5 gezeigt sowohl in Kombination miteinander in Funktion treten, aber auch jede für sich bei Entfall der anderen Ansteuereinrichtung arbeiten.

Die erste Ansteuereinrichtung weist auf der Antriebswelle 74 eine Spiralnut 73 auf, die beidseitig von den Umfangsnuten 75 und 76 begrenzt ist. Sie hat eine relativ geringe Nuttiefe und erzeugt bei Rotation der Antriebswelle 74 durch auftretende Ölscherkräfte über ihrer Länge ein drehzahlabhängiges Druckgefälle. Die linksseitige Umfangsnut 75 ist über die Ölbohrung 27 mit Öldruck beaufschlagt. Die Steigungsrichtung der Spiralnut 73 ist nun so gewählt, dass bei Rotation der Antriebswelle 74 das in der Spiralnut 73 wirkende Druckgefälle einen Druckabbau in der rechtsseitigen Umfangsnut 76 hervorruft. Der drehzahlveränderlichen Druck in Umfangsnut 76 wird über eine Längsbohrung der Antriebswelle 74 und über eine in Gehäuse 78 befindliche Verbindungsbohrung 79 auf die zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 geleitet.

Bei Höchstdrehzahl wird der in der Umfangsnut 75 anliegende Öldruck von beispielsweise 5 bar durch ein von der Spiralnut 73 erzeugtes, relativ hohes Druckgefälle auf fast 0 bar in der Umfangsnut 76 reduziert, so dass die zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 für die gewünschte Druckregelung des Öldrucks bei 5 bar effektiv druckentlastet ist. Mit abfallender Drehzahl reduziert sich das Druckgefälle an der Spiralnut 73 kontinuierlich, so dass Druck an der zweiten Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 entsprechend ansteigt und eine Öldruckregelung bei drehzahlabhängig veränderlichem Druckniveau stattfindet.

Die zweite Ansteuereinrichtung für den Stufenkolben 51 besteht aus einem Elektroventil 71, das bei elektrischer Aktivierung zur Öldruckabsenkung der Ölpumpe den Öldruck auf dessen zweite Wirkfläche 54 schaltet. Damit sind beide Wirkflächen 53 und 54 öldruckbelastet, so dass der Stufenkolben 51 bereits beispielsweise bei 2,5 bar Öldruck der ersten Regeldruck-



stufe gegen die Kraft der Regelfeder 52 seine Regelfunktion ausübt und den entsprechenden Steuerdruck zur Fördermengenregelung bereitstellt.

Bei unbestromtem Elektroventil 71 wird die Öldruckzufuhr unterbrochen und über einen Entlastungsstutzen 72 am Elektroventil 71 eine Druckbelastung der zweiten Wirkfläche 54 hervorgerufen. Der nun nur noch an der ersten Wirkfläche 53 von Stufenkolben 51 anliegende Öldruck verlagert den Regelbeginn dann auf beispielsweise 5 bar der zweiten Regeldruckstufe. Die zweite Regeldruckstufe ist bei einer defektbedingten Unterbrechung der elektrischen Anschlüsse des Elektroventils 71 als Sicherheitsöldruck für alle Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors gewährleistet.

In der in Figur 5 gezeigten, beispielsweise Kombinationsfunktion der beiden Ansteuereinrichtungen kann bei betriebswarmem Verbrennungsmotor durch die Spiralnute 73 eine kontinuierlich drehzahlveränderliche Öldruckregelung durchgeführt werden, wobei das Elektroventil 71 jedoch dann durch eine Zusatzfunktion seine Verbindung zum Stufenkolben 51 geschlossen halten muss. Beim Kaltbetrieb und dann wegen zähflüssigen Öls effektiv nicht nutzbarer Wirkung der Spiralnute 73 tritt dann das Elektroventil 71 in Funktion. Seine zweistufige Öldruckregelung durch eine Druckbeaufschlagung bzw. eine Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 54 des Stufenkolbens 51 erfolgt dann in bekannter Weise.

Prinzipiell ist die mit dem Stufenkolben 51 vorgenommene Regelung des Öldrucks auch mehrstufig mit einem entsprechend ausgebildeten Stufenkolben durchführbar. Hierbei wären dann dessen Teilwirkflächen beispielsweise drehzahlversetzt von einer mehrstufig ausgebildeten Ansteuereinrichtung mit Öldruck zu beaufschlagen.

Die erfindungsgemäße Regelung des Öldrucks ist weitgehend unabhängig von der temperaturabhängigen Viskosität des Förderöls. Damit lassen sich durch die vorgeschlagenen Druckregelung für Ölpumpen von Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren nicht nur bei betriebswarmem Motor, sondern insbesondere auch im täglichen Kaltbetrieb mit nach einem Motorstart noch niedrigen Öltemperaturen effektiv geminderte Kraftstoffverbräuche durch nicht unbeträchtlich abgesenkte Ölpumpenantriebsleistungen erzielen.

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen, insbesondere für Ölpumpen mit einer Fördermengenregeleinrichtung zur Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren, mit einem Regelkolben sowie einer Regelfeder zur Steuerung der Fördermengenregeleinrichtung und mit einer Ansteuereinrichtung für den Regelkolben, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regelkolben (14, 51) eine Wirkfläche (15, 53) für ständig anliegenden Öldruck aufweist und von der Ansteuereinrichtung (23, 29, 56, 71, 73) weiterhin mit einer Zusatzkraft beaufschlagbar ist.
2. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuereinrichtung des Regelkolbens (14) als Magnetspule (23) mit einem auf den Regelkolben (14) wirkenden Anker (24) ausgebildet ist.
3. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuereinrichtung des Regelkolbens (14) als Schrittmotor (29) zur Verstellung der Federanlage 30 der Regelfeder (17) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regelkolben als Stufenkolben (51) mit einer zweiten Wirkfläche (54) ausgebildet ist, die durch die Ansteuereinrichtung (56, 71, 73) mit Öldruck beaufschlagbar oder druckentlastbar ist.
5. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuereinrichtung als drehzahlabhängiges Fliehkraftventil mit einem Schaltkolben (56) und einer Schaltkolbenfeder (57) ausgebildet ist.
6. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkolben (56) mit seiner Achse einen Winkelversatz zur radialen Fliehkrafttrichtung aufweist.
7. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkolben (56) wie auch die Schaltkolbenfeder (57) innerhalb eines Förderzahnrades (55) mit teilweiseem Eintauchen in einen Förderzahn angeordnet ist.

8. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkolben (56) einen Führungszapfen (59) zur Radialführung der Schaltkolbenfeder (57) aufweist.
9. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuereinrichtung als Elektroventil (71) ausgebildet ist.
10. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuereinrichtung (23, 29, 71) bei einem elektrischen Systemausfall den Öldruck automatisch auf die höchste Regeldruckstufe anhebt.
11. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Öldruck zur Druckbeaufschlagung der Wirkflächen (15, 53, 54) des Regelkolbens (14, 51) hinter einem Ölfilter (25) abgezweigt wird.
12. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein gestufter Regelkolben mehrstufig ausgebildet ist und von einer entsprechend mehrstufig ausgebildeten Ansteuereinrichtung mit Öldruck beaufschlagbar ist.

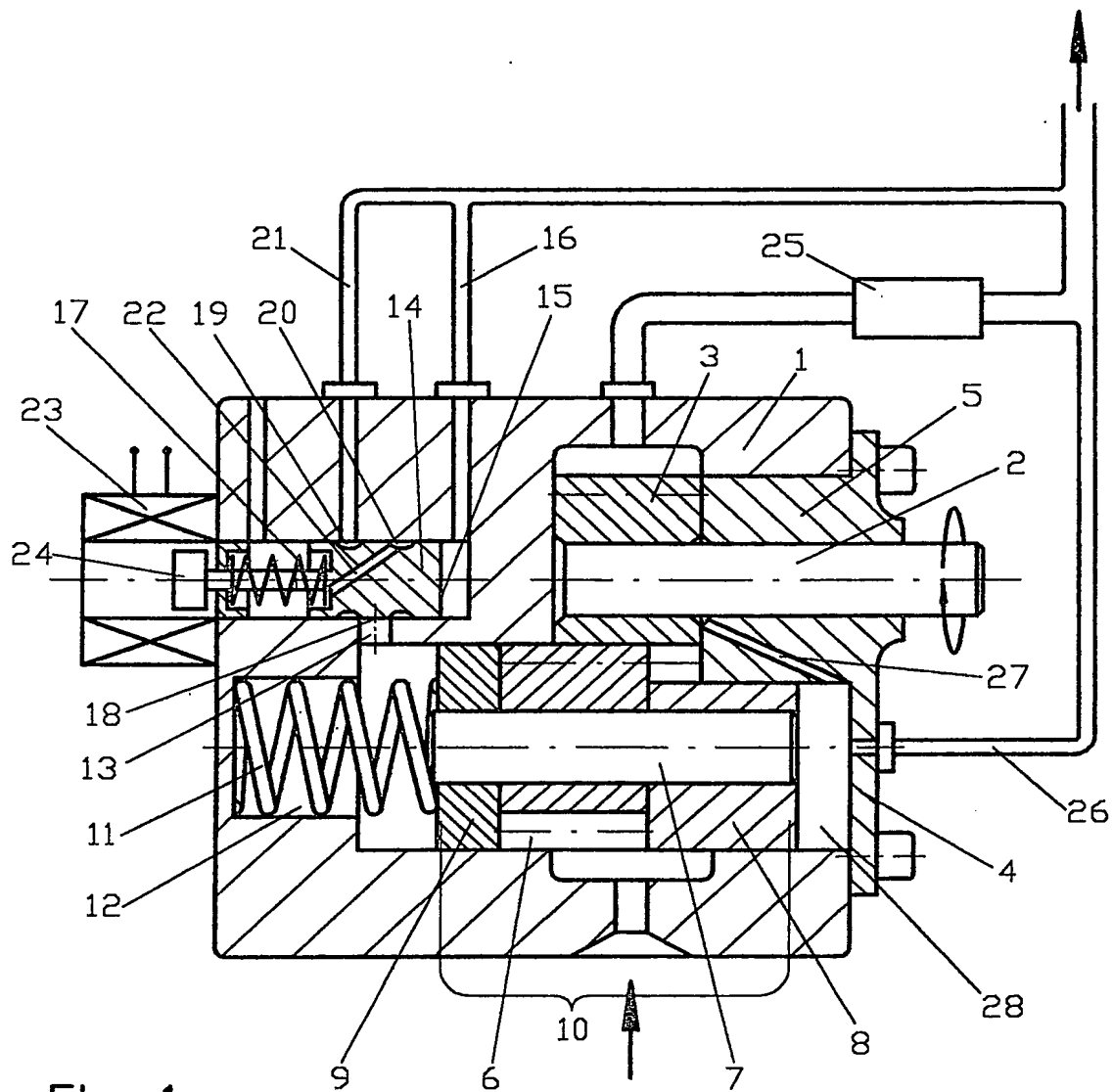


Fig. 1

11

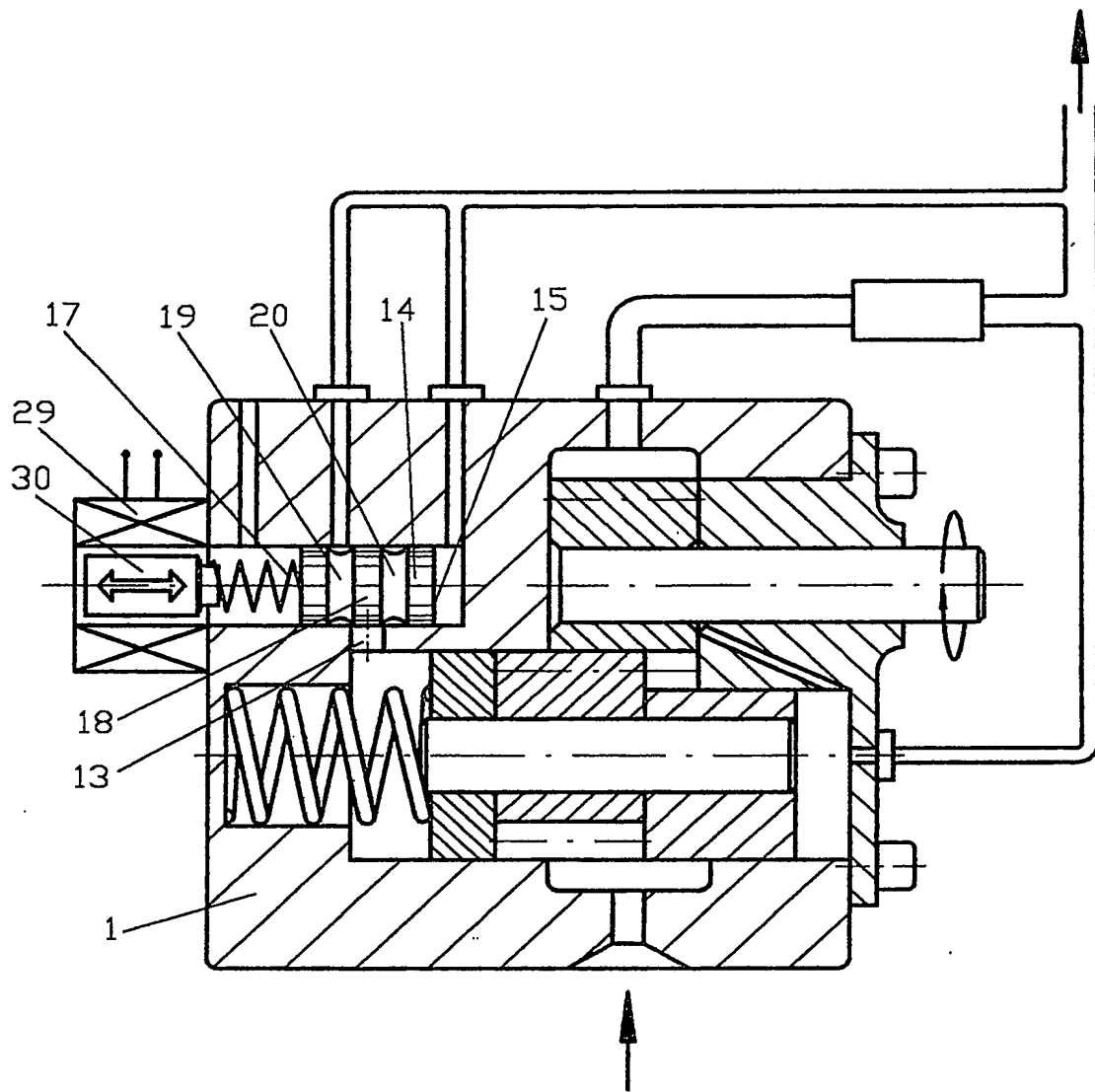


Fig. 2

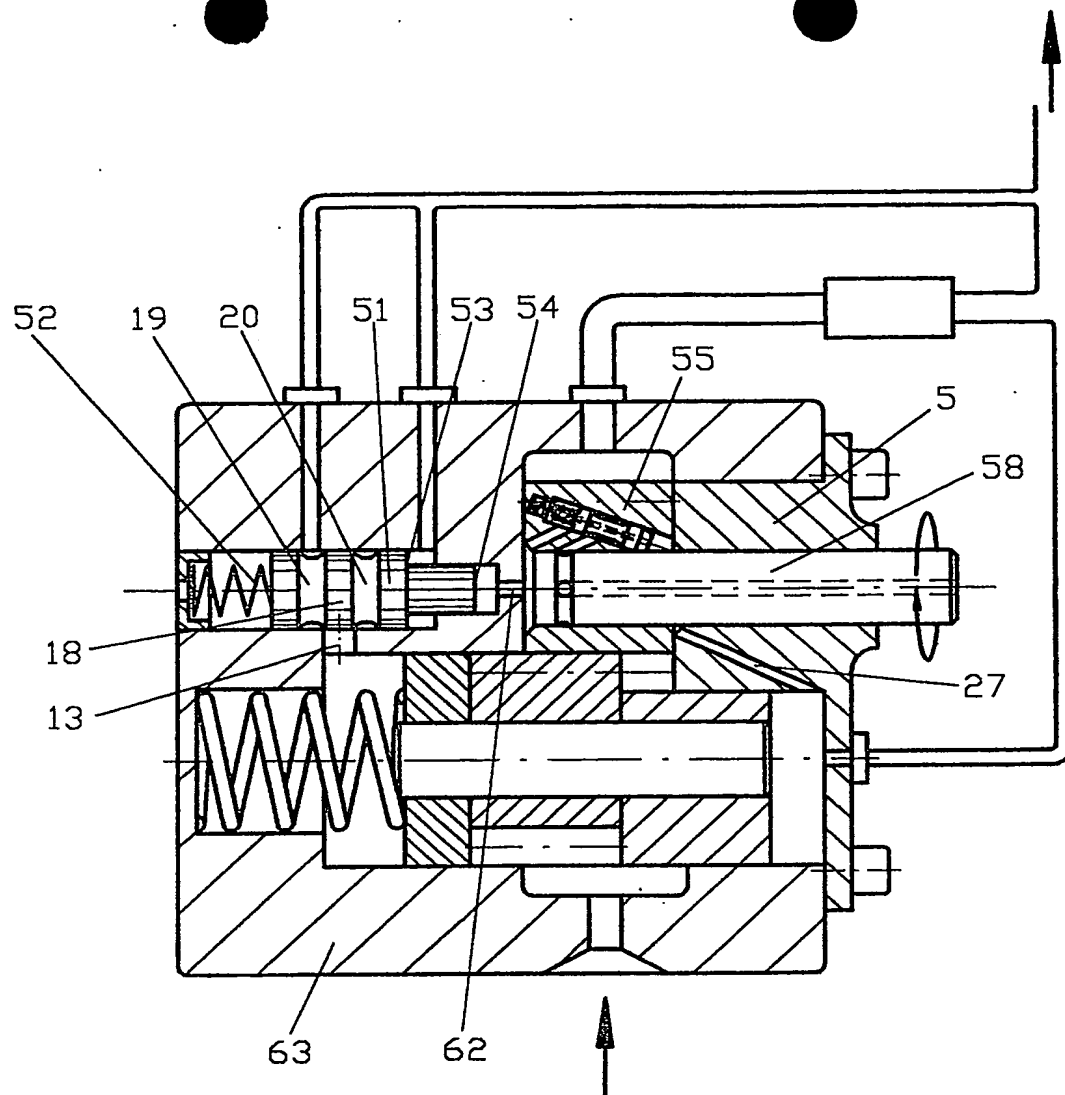


Fig. 3

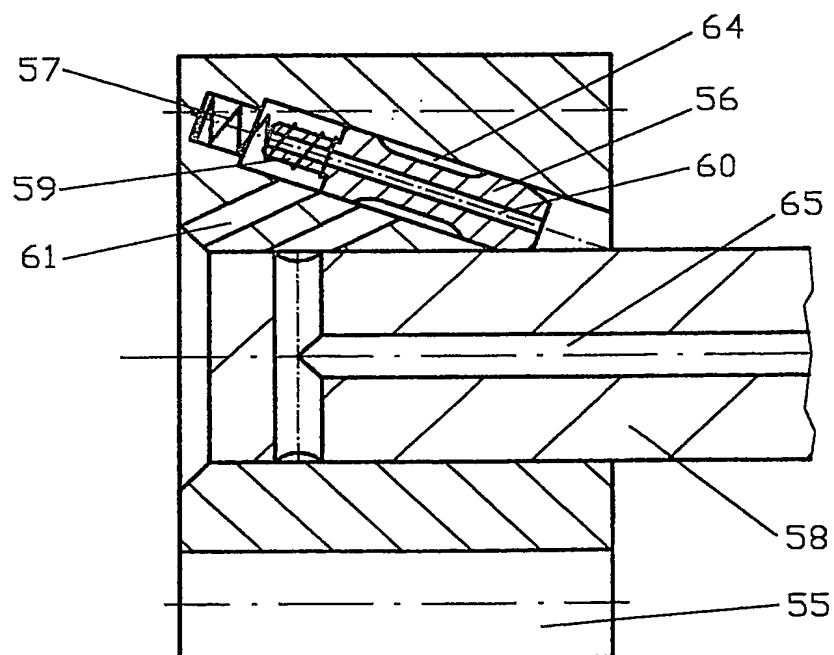


Fig. 4

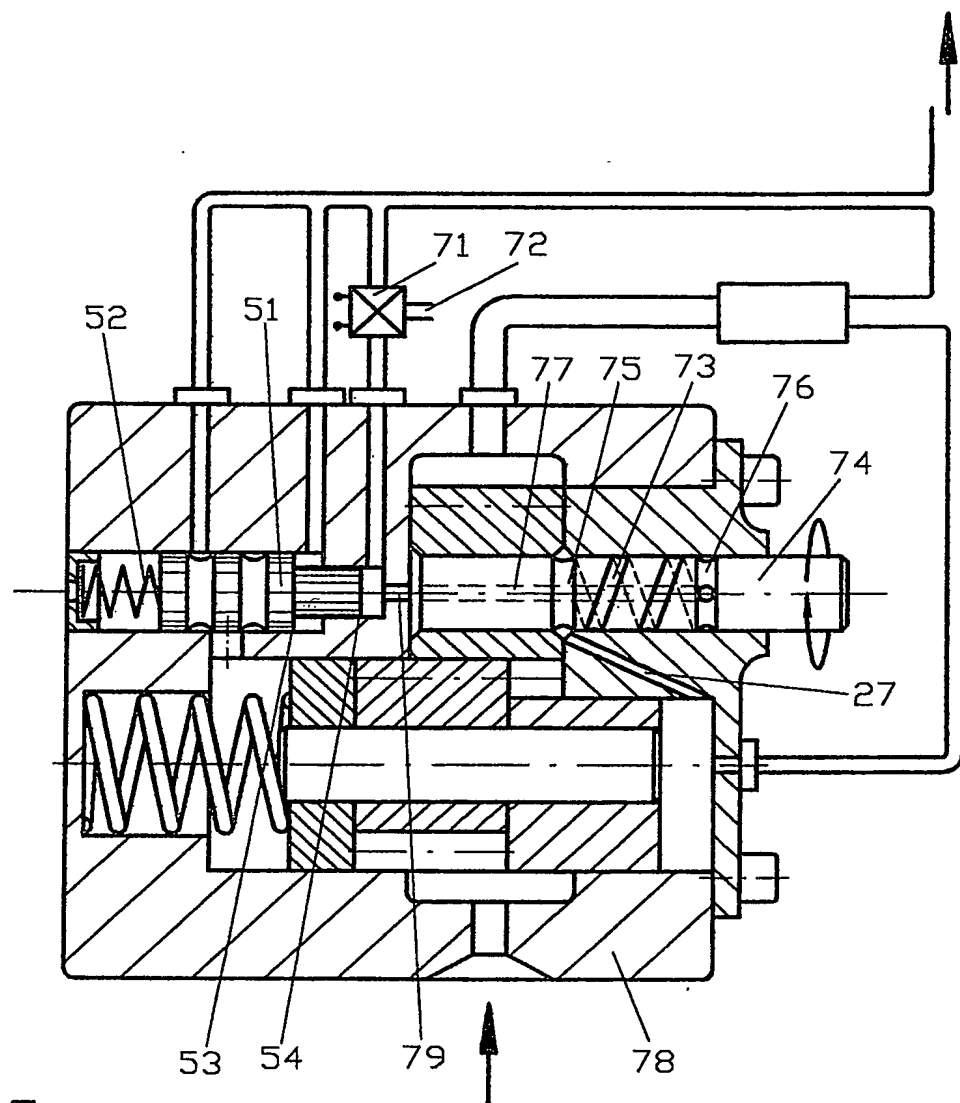


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**